

Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza. ISSN 2027-1034

Número Extraordinario. p.p. 172-181

Memorias del Primer encuentro ambiental Universidad, ambiente y  
sustentabilidad: experiencias y prácticas.

## COLOMBIA SIN ASBESTO VISIÓN QUÍMICA

Brand López Laura<sup>1</sup>

### Resumen

La iniciativa de investigación surge de la necesidad de revisar la incidencia que tiene la utilización del amianto a nivel industrial, en las problemáticas de salud que se presentan en la comunidad circundante a los sitios de explotación y/o las fábricas que utilizan este material como insumo para sus productos. Y tiene como objetivo aportar herramientas teóricas que demuestran que la toxicidad de este material y su potencial cancerígeno sólo puede controlarse con su prohibición; tal y como se ha realizado en más de 55 países.

El asbesto un grupo de minerales no metálicos fibrosos, compuestos de silicatos de doble cadena que poseen gran resistencia a la tensión y la degradación química, propiedades que hacen asbesto un mineral biológicamente no degradable y acumulable en el ambiente.

Es importante resaltar el contexto en el que se encuentra Colombia ya que la OMS Organización Mundial de la Salud, ha emitido diversas advertencias acerca de la carcinogénesis, de esta sustancia, actualmente se sigue empleando en la industria colombiana, lo que supone consecuencias en la salud.

En ese sentido, se hará uso del docking molecular como una herramienta tecnológica y avance en la química teórica y química computacional

**Palabras Clave:** Amianto, cancerígeno, docking molecular.

### Abstract

The research initiative arises from the need to review the incidence of the application of asbestos at industrial level in the health problems that occur in the community surrounding the sites of exploitation and / or factories that

<sup>1</sup> Universidad Pedagógica Nacional, Estudiante de Licenciatura en Química, SISMA  
Semillero de investigación en salud y medio ambiente. Email: [laura.al1936@outlook.com](mailto:laura.al1936@outlook.com)

use this material as input for its products Y aims to provide theoretical tools that demonstrate that the toxicity of this material and its carcinogenic potential can only be controlled by its prohibition; As it has been done in more than 55 countries.

**Asbestos** A group of non-metallic fibrous minerals, composed of double-stranded silicones that possess high tensile strength and chemical degradation, properties that make a mineral non-biologically degradable and accumulable in the environment.

It is important to highlight the context in which Colombia is found and that WHO World Health Organization has issued several warnings about the carcinogenesis of this substance, currently still used in Colombian industry, which entails the consequences in the Health.

In this sense, molecular coupling is used as a technological tool and advance in theoretical chemistry and computational chemistry

**Keywords:** Asbestos, carcinogenic, molecular coupling.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Determinar la incidencia de las fibras de asbesto en la alteración de proteínas de la membrana pleural a través de la implementación de software computacional especializado para la simulación de algunos eventos que ocurren en la pleura.

### Objetivos Específicos

Observar y analizar lo que ocurre al realizar el docking molecular para la nicotina acoplada a Albúmina Suero Humana.

Observar y analizar lo que ocurre al realizar el docking molecular para la glucosa acoplada a la Albúmina Suero Humana.

Generar una estrategia pedagógica que permita utilizar software especializado para la enseñanza y la comprensión de modelos específicos en química y bioquímica.

## MARCO TEÓRICO

Asbesto es el nombre que se da a un grupo de minerales de origen natural que existen en el medio ambiente como manojos de fibras que pueden separarse en hilos delgados y duraderos. Estas fibras son resistentes al calor y su composición química se basa en la conjunción de compuestos de silicato, lo que significa que contienen átomos de silicio en su estructura molecular. Se comenzó a minar y a usar comercialmente en América del Norte a finales del siglo XIX y su uso aumentó considerablemente durante la Segunda Guerra Mundial. Desde ese entonces, el asbesto se ha usado en muchas industrias. Por ejemplo, en el rubro de la construcción y edificación para reforzar el cemento y los plásticos, así como aislante, en material para techos, material incombustible y para absorber el sonido. La industria de la construcción naval ha usado el asbesto para aislar calderas, tuberías de vapor y tuberías de agua caliente. La industria automotriz usa el asbesto en las zapatas de los frenos y en los discos de embrague de vehículos. El asbesto se ha usado también en las losas de techos y de pisos; en pinturas, revestimientos y adhesivos, y en la producción de plásticos. (Ramachandran, 1980)

Los minerales de asbesto se dividen en dos grupos principales: asbesto serpentino y asbesto anfibólico. El asbesto serpentino incluye el mineral crisólito, el cual tiene fibras largas, rizadas, que se pueden entrelazar. El asbesto crisotilo es el que se ha usado mucho en aplicaciones comerciales. El asbesto anfibólico incluye la actinolita, tremolita, antofita, crocidolita y amosita. El asbesto anfibólico tiene fibras rectas como agujas que son más quebradizas que las fibras del asbesto serpentina y tienen más limitación para poderse trabajar. (Hodgson, 1979)

Este mineral puede encontrarse en la naturaleza en estado sólido, manteniendo constante la presión, a baja temperatura. A pesar de la evidencia experimental y poblacional de que dichos minerales son agentes cancerígenos y de su reconocimiento como tal por la Organización Mundial de la Salud, aún se los sigue usando en muchos países como Colombia lo que le cuesta a las víctimas su salud y al mismo tiempo se convierte en un problema mundial debido a enfermedades asociadas a estos minerales en individuos expuestos.

El asbesto ha sido clasificado como un cancerígeno humano reconocido (sustancia que causa cáncer) Según las investigaciones, la exposición al





asbesto puede incrementar el riesgo de cáncer de pulmón y de Mesotelioma (cáncer poco común del revestimiento delgado del pecho y del abdomen). Aunque es un cáncer de poca frecuencia, el Mesotelioma es el tipo de cáncer asociado más comúnmente con la exposición al asbesto. Además del cáncer de pulmón y del Mesotelioma, La exposición al asbesto puede también aumentar el riesgo de asbestosis (enfermedad inflamatoria que afecta los pulmones y causa dificultad para respirar, tos y daño permanente al pulmón) y otros trastornos no cancerosos de la pleura y de los pulmones, incluso las placas pleurales (cambios en las membranas que rodean el pulmón), el engrosamiento de la pleura y los derrames pleurales benignos (acumulación anormal de líquido entre las capas delgadas de tejido que revisten el pulmón y la pared de la caja torácica). Aunque las placas pleurales no preceden al cáncer de pulmón, existen pruebas que sugieren que las personas con enfermedad de la pleura causada por la exposición al asbesto pueden tener un riesgo mayor de cáncer de pulmón. (Johnston, 2000 )

## METODOLOGÍA

El docking molecular es una técnica realizada en el espacio tridimensional. Puede ser visto como la optimización de un mecanismo, el mejor que encaje, entre el ligando y una proteína de interés. Funciona como un sistema llave - cierre en donde la proteína actúa como el cierre y el ligando como la llave. El objetivo fundamental de esta técnica consiste en encontrar, la unión más probable, la conformación en donde se requiere la menor energía y el sitio idóneo de unión molecular para proteína y ligando. Al conocer estas respuestas se puede predecir la fuerza, el tipo de asociación entre dos moléculas e incluso la reactividad de las mismas.

Para nuestro caso, esta metodología será implementada de la siguiente manera:

## CATEGORIAS DE RELACION EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

### PROFUNDIZACIÓN BIBLIOGRAFICA Y CONCEPTUAL

- 1. Se revisara las generalidades de la enfermedad para entender desde la biología y la bioquímica, y las estructuras morfológicas lo que sucede con la enfermedad.
- 2. Se estudiará la composición y naturaleza química del asbesto, evidenciando las características que hacen de éste un material cancerígeno..

### INCORPORACIÓN DE HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS

- 3. Fruto de ello, serán realizados modelos teóricos de los compuestos en estudio. Para esto se utilizaran paquetes computacionales como Avogadro y VMD
- 4. Se utilizara el docking molecular para observar el punto de activación de la molécula y sus posibles encajes.

### EJECUCIÓN DE LA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA

- 5. Se hará el acoplamiento molecular en dos fases. La primera será con albúmina sérica humana (proteína pleural) frente a agentes tóxicos como la nicotina y moléculas orgánicas o de acción biológica tales como la glucosa.

### ANÁLISIS Y RESULTADOS

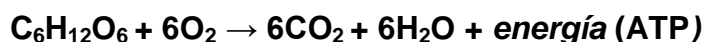
- 6. Se observará lo que ocurre con esta interacción y así podremos plantear si es efectiva este tipo de experimentación. En caso de tener resultados positivos se aplicará el mismo acople pero ahora con minerales acoplados a esta patología.

### COMPLEJIDAD ACERCA DE LA EXPERIENCIA

- 7. Se plantea realizar la fase de simulación con estudiantes de licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional. Permitiendo que su relación con los paquetes computacionales les permita tener un acercamiento diferente a la teoría del orbital molecular de modo que ello se constituya en una herramienta didáctica que contribuya a mejorar su nivel de abstracción.

## RESULTADOS ESPERADOS

La contaminación pulmonar se da a partir de la inhalación fibras microscópicas que son guiadas por el sistema respiratorio mientras se lleva a cabo la reacción química global de la respiración:

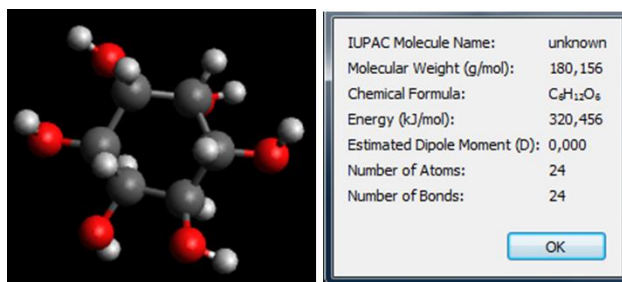


En el proceso de inhalación, llevamos oxígeno a la sangre y expulsamos el aire con el dióxido de carbono de desecho, además llevamos consigo una gran cantidad de elementos contaminantes. Cuando se inhalan las fibras de asbesto, es posible que se alojen en los pulmones y que permanezcan ahí por mucho tiempo, las fibras pueden acumularse y causar cicatrices e inflamación, lo cual puede dificultar la respiración y desencadenar una serie de patologías. (Atienza, 2015)

Con base en la teoría, el método de acción y la evolución de una patología relacionada con la presencia de asbesto en el organismo redundan en la alteración de las proteínas de la membrana pleural. Por ello consideramos que es posible simular, mediante química computacional esta interacción para observar de qué manera, moléculas como la glucosa o la nicotina, permean en la pleura y permanecen allí; evidenciando su acoplamiento molecular y las principales interacciones que se presenten frente a las proteínas en estudio.

Esto tendría dos objetivos, el primero tiene que ver con el escenario de investigación disciplinar propuesto y el segundo, con el diseño e implementación de nuevas herramientas para la enseñanza de la química en donde se posibilite mayor comprensión conceptual y la posibilidad de intervenir en términos del nivel de abstracción necesarios para áreas como la química.

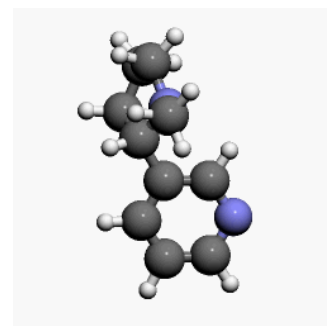
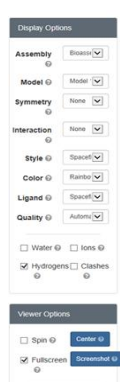
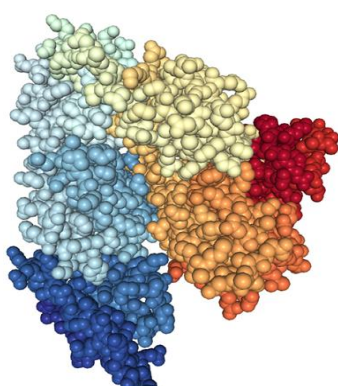




Glucosa modelo en 3D

2

i



Glucosa modelo en 3D <sup>2</sup>

Albumina modelo en 3D <sup>2</sup>

## Proyecciones

El asbesto puede también aumentar el riesgo de asbestosis (enfermedad inflamatoria que afecta los pulmones y causa dificultad para respirar, tos y daño permanente al pulmón) y otros trastornos no cancerosos de la pleura y de los pulmones, incluso las placas pleurales (cambios en las membranas que rodean el pulmón), el engrosamiento de la pleura y los derrames pleurales benignos (acumulación anormal de líquido entre las capas delgadas de tejido que revisten el pulmón y la pared de la caja torácica).

- Las patologías relacionadas con asbesto se relacionan, con frecuencia, en derrames pleurales que pueden ser de tipo exudado o trasudado. Los derrames exudados están relacionados con el cáncer de mesotelioma y la inflamación de la pleura por contaminación con asbesto, el derrame pleural

ocurre además por la alteración de las proteínas que constituyen el líquido pleural y la membrana pleural, ocasionando una alteración en la permeabilidad. Dado que cada sustancia tiene una forma diferente de interactuar con la membrana pleural se hace necesario realizar un estudio comparativo, entre sustancias tóxicas y no tóxicas frente a las proteínas constitutivas del pulmón.

- Al aplicar el docking molecular se puede observar el papel del asbesto en la fijación pleural y/o alteraciones en la membrana, además se comprueba la eficiencia de la experimentación y uso de programas computacionales en la enseñanza e investigación en el ámbito de la química.

- La aplicación de herramientas computacionales puede afianzar el aprendizaje en los estudiantes pues está mediando su capacidad de abstracción y su interrelación conceptual además de ser una técnica de experimentación, accesible.


## REFLEXIONES FINALES

La pleura consta de varias capas de mesotelio. La capa submesotelial casi desprovista de células y de vasos, una capa subpleural laxa, rica en vasos sanguíneos y linfáticos, en nervios y en células y un estrato fibroelástico profundo. En la pleura parietal a nivel de la submesotelial hay una lámina con poros que comunican los linfáticos. Este hecho condiciona el paso de los linfáticos. Las microvellosidades de la célula mesotelial aumentan la superficie de absorción que se completa con el sistema microvesicular de las células. La absorción de sustancias de mayor peso molecular puede tener lugar a través de la célula por el sistema microvesicular. Existe un peso neto de líquido y proteínas de los vasos al espacio extravascular y este filtrado intersticial normal es drenada para los linfáticos. Las membranas pleurales son permeables a los líquidos y a las proteínas ofreciendo poca resistencia al movimiento de ambos.

Dentro de los mecanismos generales de la inmunidad para el caso de la inmunidad celular se presentan las APC –Células presentadoras del Antígeno, los linfocitos T y los linfocitos B

Linfocitos T se dividen T4 (función inductora: colaboradora) y T8 (citotóxico supresor).





En la inmunidad celular primeramente se da el procesamiento del antígeno y su presentación a los linfocitos T colaboradores. Estos solo son capaces de reconocer a los antígenos si les son presentados unidos a una molécula del MHC, el complejo mayor histocompatibilidad de tipo II, moléculas que no existen en todas las células sino precisamente en las APC y similares. Los macrófagos, tras realizar la fagocitosis o pinocitosis del inmunógeno, lo modifican en sus vacuolas citoplasmáticas, lo despliegan, o lo alisan y finalmente fragmentos del inmunógeno, los epítomos inmunogeniucos se unen a moléculas de las proteínas de clase II del MHC, son transportados a la superficie celular y son reconocidos por el linfocito CD4. En ese momento los linfocitos se activan siendo necesario para ello que ocurran dos señales. Una es proporcionada por la presentación del complejo antígeno. MHC II, la otra está representada por la interleuquina 1, una proteína soluble producida por la APC. Estas dos señales dan lugar a que en la superficie de los linfocitos aparezcan receptores para una segunda linfoquina, la interleuquina 2 (IL-2), así como una batería de factores de crecimiento y de diferenciación celular importantes para la activación de las células B y de los macrófagos.

La IL-2 induce el crecimiento de células que tienen receptores IL-2, como las propias células colaboradoras o las células T citotóxicas.

Los linfocitos CD4 estimulan o disparan a los CD8, células citotóxicas cuya función es destruir a aquellas células que expresan antígenos extrañas o no propias. Estas células CD8 reconocen el antígeno asociado a la MHC de clase I que se encuentran en todas las células nucleadas del organismo, Están capacitadas para destruir el antígeno introducido en cualquier célula. Las células T citotóxicas así mismo requieren dos señales una es la unión antígeno-MHC I y la otra IL-2.

El movimiento de los fluidos opera principalmente a nivel de los vasos sanguíneos mientras que el transfer de las grandes moléculas y de las células tiene lugar a nivel de los linfáticos los cuales son delgados y diminutos que transportan material de desechos y células del sistema inmunitario.

Una persona al estar en contacto directo con asbesto, puede obtener una enfermedad llamada ASBESTOSIS, los pacientes de asbestosis sufren de un daño en la pleura, como el derrame pleural. El derrame pleural, es el acumulo o incremento del líquido pleural la pleura es una fina membrana que recubre el pulmón con sus cisuras, el mediastino, el diafragma y la

pared costal, de forma separada con cada hemitórax. Clásicamente se establece la distinción entre pleural parietal y pleura visceral, pero en realidad se trata de una membrana continua, y la transición entre ambas pleuras se encuentre en el hilio pulmonar.

Constituida por una capa mesotelial monocelular, sustentada sobre una membrana basal y una o más capas fibroelásticas, con sus correspondientes vasos sanguíneos y linfáticos.

La célula mesotelial, de origen mesodérmico, no se limita a cumplir la función de revestimiento, sino que desarrolla una amplia actividad metabólica, en estrecha relación con el pulmón vecino, pudiendo producir diferentes proteínas, fundamentalmente colágeno y elastina.

## BIBLIOGRAFÍA

Atienza, E. M. (2015). Mesotelioma pleural maligno. . *Medicina Paliativa*.

Hodgson, A. A. (1979). Chemistry and physics of asbestos. Asbestos: Properties, Applications and Hazards, edited by LM a. SS Chissick. . *New York: John Wiley & Sons*.

Imagen tomada, d. d.

Johnston, R. &. (2000 ). Lethal work: a history of the asbestos tragedy in Scotland. . *Tuckwell Press, Ltda*.

Ramachandran, S. (1980). U.S. Patent No. 4,183,814. . *Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office*.

---

<sup>2</sup> Imagen tomada de diseño molecular en el software Avogadro, realizada por la autora.